

(51) Int.Cl.⁵

H 0 4 Q 11/04

H 0 4 L 7/00

識別記号

3 0 4 B 9076-5K

B 7741-5K

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-115479

(22) 出願日 平成5年(1993)5月18日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 今岡 淳

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 木原 雅巳

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 本間 崇

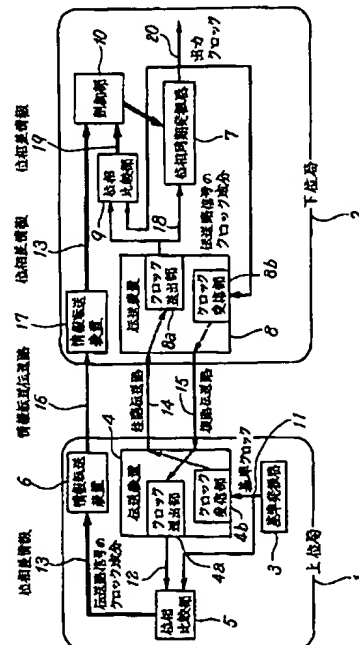
(54) 【発明の名称】 デジタル網同期方式

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 異常な位相変化が発生したとき異常の発生箇所を特定し対応措置を行う。

【構成】 上位局1に、基準クロックを発生する基準発振器3と、それに同期して下位局2に信号を送信し、下位局の信号を受信する伝送装置4と、下位局からの信号のクロック成分と基準クロックとの位相差を検出する位相比較部5と、位相差情報を下位局に転送する情報転送手段6とを備え、下位局に、上位局の信号のクロック成分に同期する位相同期発振器7と、それに同期して上位局に送信し、かつ上位局から受信する伝送装置8と、上位局からの信号のクロック成分と位相同期発振器出力の位相差を検出する位相比較部9と、上位局の位相差情報と下位局位相比較部からの位相差情報とを受ける制御部10とを備える。

本発明の一実施例の構成を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上位局に設置された基準発振器が発生する基準クロックを、少なくとも1つの下位局に送信して、下位局を基準クロックに同期させるデジタル網同期方式において、

上位局(1)は、基準クロックを発生する基準発振器(3)と、基準クロックに同期して動作し下位局に信号を送信し、かつ下位局から送信された信号を受信する伝送装置(4)と、下位局から送信された信号のクロック成分と上位局の基準クロックとの位相差を検出する位相比較部(5)と、位相比較部で検出した位相差情報を下位局に転送する情報転送手段とを備え、

下位局(2)は、上位局から送信された信号のクロック成分に位相同期して発振する位相同期発振器(7)と、位相同期発振器に同期して動作し上位局に信号を送信し、かつ上位局からの信号を受信する伝送装置(8)と、上位局から送信された信号のクロック成分と位相同期発振器の出力の位相差を検出する位相比較部(9)と、上位局の位相比較部(5)から上記情報転送手段で転送された位相差情報と下位局の位相比較部(9)からの位相差情報とを受ける制御部(10)とを備え、制御部(10)は、伝送路などに異常が発生した場合、上位局の位相比較部(5)からの位相差情報と下位局の位相比較部(9)からの位相差情報をもとに、異常の発生箇所を特定する機能を有することを特徴とするデジタル網同期方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はデジタル通信網において、地理的に離れて設置された装置間で同期を行うデジタル網同期方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デジタル通信網では、情報信号の時分割多重や分岐、挿入などの処理を効率的かつ経済的に行うために、網内のすべての装置を共通の周波数で動作させるデジタル同期方式が主流となっている。このデジタル同期方式では、網内の基準となる発振器から出力される基準クロック信号を各装置に分配し、各装置は分配されたクロックに同期して動作するマスタースレーブ網同期方式が多く採用されている。

【0003】従来から利用されているマスタースレーブ同期方式の系構成の例を図3に示す。これは、地理的に離れた装置間で基準クロックを分配し、網同期を実現する方式である。同図において、上位局101と下位局102は地理的に離れており、両局間は伝送装置103、104を介してデジタル伝送路105で結ばれている。

【0004】上位局の伝送装置は上位局の基準発振器106に同期して動作している。下位局の伝送装置104では、上位局の伝送装置103から送信された信号のク

ロック成分(周波数成分)107を抽出する。抽出された周波数成分に位相同期発振器111を同期させれば、上位局の基準発振器の周波数と下位局の位相同期発振器の周波数が同期することになり、網同期が実現できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】CCITT勧告(G.824)では、デジタル網内のノードから出力される信号の位相ゆらぎを規定している。この規定を満足するためには、デジタル網内の基準クロックの位相変動量を $10\mu s$ 以下に抑える必要がある。ところが、従来の網同期方式では、図3に示したように、下位局で抽出した周波数成分を唯一の基準として同期を行うため、伝送路や伝送装置で発生する異常な位相ゆらぎに追従して下位局の位相同期発振器の位相がゆらいでしまうという好ましくない問題があった。

【0006】すなわち、位相同期発振器では図3に示すように、位相比較部108において、伝送装置で抽出した周波数成分107と電圧制御発振器が発生するクロック112との位相差を検出し、位相差が零または一定値になるよう電圧制御発振器の周波数を制御している。現在のデジタル網では、電圧制御発振器には高安定な水晶発振器やルビジウム原子発振器が用いられている。

【0007】これらの電圧制御発振器の周波数安定度は非常に良いため、現在のデジタル網同期に用いられている位相同期発振器では、1000秒程度の長い時定数の制御ループが使われている。そのため、伝送路の障害や伝送装置の故障などで位相の急激な変化が生じた場合には、電圧制御発振器は位相変化にすぐには追従せず、位相同期発振器の位相比較部では位相変化が検出される。

【0008】しかし、位相比較部での位相変化は、電圧制御発振器の異常や位相同期発振器内の回路故障などでも生じる。そのため、従来の方式では、位相比較部での位相変化が、伝送路で発生した位相変化なのか、位相同期ループ内の位相変化なのか判断することができなかった。このため、従来の方式では、伝送された信号から抽出した周波数成分に位相同期発振器を追従させるという方法を探るしかなく、伝送路で急激な位相変化が最終的に出力クロックの位相変動となり、網同期の精度が劣化するという問題があった。

【0009】本発明は、このような従来の問題点を解決するために成されたもので、異常な位相変化が発生した際に異常箇所を特定することが可能で、これに基づいて適切な対応措置を構ずることにより、高精度の位相同期を維持することのできる同期方式を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば上述の課題は前記特許請求の範囲に記載した手段により解決される。

【0011】すなわち、本発明は、上位局に設置された基準発振器が発生する基準クロックを、1つ以上の下位局に送信して、下位局を基準クロックに同期させるデジタル網同期方式であって、上位局に、基準クロックを発生する基準発振器と、基準クロックに同期して動作し下位局に信号を送信し、かつ下位局からの信号を受信する伝送装置と、下位局から送信された信号のクロック成分と上位局の基準クロックとの位相差を検出する位相比較部と、位相比較部で検出した位相差情報を下位局に転送する情報転送手段とを備える。

【0012】又、下位局に上位局から送信された信号のクロック成分に位相同期して発振する位相同期発振器と、位相同期発振器に同期して動作し上位局に信号を送信し、かつ上位局からの信号を受信する伝送装置と、上位局から送信された信号のクロック成分と位相同期発振器の出力の位相差を検出する位相比較部と、上位局の位相比較部から上記情報転送手段で転送された位相差情報と下位局の位相比較部からの位相差情報とを受ける制御部とを備え、上記制御部は、伝送路などに異常が発生した場合、上位局の位相比較部からの位相差情報と下位局の位相比較部からの位相差情報をもとに、異常の発生箇所を特定する機能を備えて成るデジタル網同期方式である。

【0013】

【作用】本発明においては、上述のような構成を採っているため、下位局の制御部では、上位局の位相比較部と下位局の位相比較部からの位相差情報とに基づいて下記のように判断する。

①位相差に急激な位相変動が生じた際、その位相変動が、下位局の位相比較部で検出され、上位局の位相比較部で検出されない場合には、上位局から下位局への伝送路に異常が発生したと判断する。

②上位局の位相比較部で検出され、下位局の位相比較部で検出されない場合には、下位局から上位局への伝送路に異常が発生したと判断する。

③上位局の位相比較部と下位局の位相比較部で、符号が同じで絶対値の等しい位相変動が検出されたときには、下位局の位相同期発振器に異常が生じたと判断する。

【0014】このような判断に基づいて、下位局の制御部は、異常の発生箇所を特定することができるから、異常の発生箇所に応じた措置を講ずることにより位相同期の精度劣化を防ぐことができる。

【0015】

【実施例】図1は本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。ここでは、上位局と下位局がそれぞれ1つ存在する場合について説明するが、1つの上位局に複数の下位局が直接接続されている場合、あるいは、1つの上位局から縦続接続でいくつかの下位局が接続されている場合でも、直接接続されている2つの局を上位局と下位局と見なし同様の構成で本発明を実施できる。

【0016】図1に示すように、上位局1には、伝送装置4、基準発振器3、位相比較部5が設置される。下位局2には、伝送装置8、位相同期発振器7、位相比較部9、制御部10が設置される。上位局1と下位局2の伝送装置4、8にはそれぞれ、発振器からのクロックを受信するクロック受信部4b、8b、受信した伝送路信号のクロックを抽出して外部に送出するクロック送出部4a、8aとを備える。既存のFTM形多重中継装置やM-20形同期端局装置はクロック受信部とクロック送出部をすでに備えており、本発明の伝送装置としてそのまま利用することができる。

【0017】伝送装置から出力される伝送路信号はクロック受信部で受信したクロックに同期している。上位局の伝送装置と下位局間の伝送装置との間は、対向する伝送路で結ばれる。上位局から下位局へ送信される伝送路を往路伝送路14、下位局から上位局へ送信される伝送路を復路伝送路15とする。また、上位局から下位局へは位相差情報を転送する情報転送伝送路16が設置されている。上位局の位相比較部5で検出された位相差情報13は上位局の情報転送装置6、情報転送伝送路16、下位局の情報転送装置17を介して下位局の制御部10に転送される。

【0018】なお、本実施例では、上位局で検出された位相差情報が独自の情報転送装置6と17を介して転送される例を示したが、位相差情報を主信号に多重し、伝送装置4、8と往路伝送路14を介して送信しても本発明を実現できる。

【0019】上位局の伝送装置4は、基準発振器3から出力された基準クロック11に同期して動作する。よって、伝送装置から出力され、往路伝送路を介して下位局に伝送される伝送路信号は基準発振器3に同期している。下位局の伝送装置では、往路伝送路の伝送路信号のクロック成分18を抽出する。下位局の位相同期発振器7は、抽出したクロック成分18に位相同期して発振している。下位局の位相比較部9では、抽出したクロック成分18の位相を基準にして位相同期発振器の出力クロック20の位相変動を検出する。位相比較部9で検出された位相差情報19は制御部10に送られる。

【0020】下位局の伝送装置8は、位相同期発振器の出力クロック20に同期して動作する。下位局の伝送装置からは伝送路信号が出力され、復路伝送路を介して上位局に送信される。上位局の伝送装置では、復路伝送路の伝送路信号のクロック成分12を抽出する。上位局の位相比較部5では、基準クロック11の位相を基準にして抽出したクロック成分12の位相変動を測定する。位相比較された結果の位相差情報13は、上位局の情報転送装置6、情報転送伝送路16、下位局の情報転送装置17を介して下位局の制御部10に転送される。

【0021】以下各状態別の実施例の動作および各信号の位相関係などについて説明する。

①平常時の動作

まず、すべての装置が正常に動作しており、伝送路にも障害がない状態を考える。この状態では、伝送路に加わる位相ゆらぎは、温度などの環境変化による伝送路遅延時間の変動のみである。このとき、下位局で抽出したクロック成分18は、上位局の基準クロックの位相に往路伝送路の遅延変動を加えた位相に同期している。往路伝送路の遅延変動は、位相同期発振器の制御ループの時定数よりも、さらに長い周期成分を持つ位相変動であるため、位相制御発振器の出力20は往路伝送路の遅延変動を正確に追従することになる。従って、下位局の位相比較部9で検出される、抽出したクロック成分18と位相同期発振器の出力20の位相差には変動が現れない。

【0022】一方、下位局の伝送装置は、位相制御発振器に同期して動作するため、上位局で復路伝送路の伝送路信号から抽出したクロック成分12は、基準発振器と比較して、往路伝送路の遅延変動と復路伝送路の遅延変動の和の分だけ位相変動する。よって、上位局の位相比較部5では、往路伝送路の遅延変動と復路伝送路の遅延変動の和の位相変動が検出される。

【0023】環境変化による伝送路の遅延変動は、伝送路周囲の温度変動が主な原因であり、遅延変動の大きさは伝送路長と温度変動量に比例することがわかっている。伝送路長は既知の量であり、温度変動は季節から知ることができ、最大でも数10℃である。ゆえに、上位局の位相比較部5で検出される位相変動量が、伝送路長と温度変動量から計算して妥当な値であり、かつ、下位局の位相比較部9で位相変動が検出されないならば、クロック分配動作は正常であり、下位局の位相同期発振器は上位局の基準発振器に正確に同期していると判断できる。

【0024】②往路クロックパスに異常が生じた場合の動作

つぎに、伝送路または伝送装置に異常が生じ、下位局の位相同期発振器が追従できないような急激な位相変動が生じた場合を考える。ここでは、正常動作のときに説明した伝送路の温度変化による遅延変動よりは、ずっと大きな位相変動を対象とする。

【0025】ここで、上位局の伝送装置のクロック受信部4b、往路伝送路14、下位局の伝送装置のクロック送出部8aを一括して往路クロックパスと呼ぶ。同様に、下位局の伝送装置のクロック受信部8b、復路伝送路15、上位局の伝送装置のクロック送出部4aを一括して復路クロックパスと呼ぶ。

【0026】いま、往路クロックパスにのみ急激でかつ大きな位相変動が生じた瞬間に検出される位相変動を考える。下位局の位相同期発振器7は急激な位相変動にはすぐには追従しないため、下位局の位相比較部9では、往路クロックパスの位相変動がそのまま検出される。一方、上位局の位相比較部5では、位相変動は検出されな

い。この状態を放置しておくと、位相同期発振器7が往路クロックパスの異常な位相変動に追従してしまい、クロックの同期精度が劣化してしまう。そこで、往路クロックパスの異常な位相変動が検出されると制御部10で判断し、位相同期発振器の制御ループを切り、自走状態にさせる。この操作により、往路クロックパスに異常な位相変動が生じた際にも、同期精度の劣化を最小限にすることができる。

【0027】③復路クロックパスに異常が生じた場合の動作

また、復路クロックパスにのみ急激でかつ大きな位相変動が生じた場合を考える。このとき、上位局の位相比較部5では復路クロックパスの位相変動が検出され、下位局の位相比較部9では位相変動は検出されないため、往路クロックパスの位相変動と明らかに区別できる。この場合は、往路クロックパスは正常であり、下位局の位相同期発振器7も正常に上位局の基準発振器3に同期しているので、下位局の制御部は特に動作をする必要がない。

【0028】④下位局の位相同期発振器に異常が生じた場合の動作

さらに、下位局の位相同期発振器7の内部に異常が生じた場合を考える。この異常により、位相同期発振器の出力位相に急激な位相変動が生じたとする。このとき、往路クロックパスは正常であるから、下位局の位相比較部9では、位相同期発振器で生じた異常な位相変動が検出できる。また、位相同期発振器の位相変動は復路クロックパスを介して上位局に伝えられる。

【0029】よって、上位局の位相比較部5でも、位相同期発振器の位相変動が検出できる。この状態は、前述した往路クロックパスに位相変動が生じた場合や往路クロックパスに位相変動が生じた場合と明確に区別できる。下位局の制御部で位相同期発振器の異常を検出した場合には、予備の位相同期発振器に切り変えるなどの措置をとる。

【0030】⑤各信号の位相関係の説明

図2は、上位局の基準クロック11、下位局の位相同期発振器の出力クロック20、上位局、下位局で抽出される伝送路クロック12、18の位相を、横軸を時間として表したものである。同図において、 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 をそれぞれ、上位局の基準クロック11の位相、下位局で抽出される伝送路クロック18の位相、下位局の位相同期発振器出力20の位相、上位局で抽出される伝送路クロック12の位相とする。

【0031】このとき、往路クロックパスの遅延時間 t_{out} は、

$$t_{out} = t_2 - t_1$$

であり、復路クロックパスの遅延時間 t_{in} は、

$$t_{in} = t_4 - t_3$$

である。また、上位局の位相比較部で検出される位相差

ϕ_M は、
 $\phi_M = t_4 - t_1$
 であり、下位局の位相比較部で検出される位相差 ϕ_S は、
 $\phi_S = t_3 - t_2$
 である。

【0032】すなわち、上位局の位相比較部では、上位局の基準クロックの位相を基準にして上位局で抽出される伝送路クロックの位相を測定している。また、下位局の位相比較部では、下位局で抽出した伝送路クロックの位相を基準にして、下位局の位相同期発振器の位相を測定している。

【0033】ここで、往路クロックパスに急峻な位相変動が生じて遅延時間が Δt_{out} だけ大きくなったとき、 t_3 はすぐには追従しないので、 ϕ_S は Δt_{out} だけ小さくなり、 ϕ_M は変化しない。

【0034】また、復路クロックパスに急峻な位相変動が生じて遅延時間が Δt_{in} だけ大きくなったとき、変化するのは t_4 だけなので、 ϕ_S は変化せず、 ϕ_M は Δt_{in} だけ大きくなる。

【0035】さらに、下位局の位相同期発振器に異常が生じて、位相同期発振器の出力位相が Δt_p だけ遅れたとき、 t_{out} と t_{in} に変化がないとすれば、 ϕ_S 、 ϕ_M 共に Δt_p だけ大きくなる。すなわち、下位局の位相同期発振器に異常が生じたときは、 ϕ_S 、 ϕ_M 共に同じ符号の等しい量の位相変化をする。

【0036】そして、往路クロックパスと復路クロックパスの遅延時間が同時に Δt_c だけ共に急激に大きくなったときを考える。このようなことは、伝送路障害など

のときに、往路伝送路と復路伝送路が共に別の伝送路に切替った時に起こる。このとき、 t_2 と t_4 が共に Δt_c だけ遅れ、 t_3 はすぐには追従しないので、 ϕ_S は Δt_c だけ小さくなり、 ϕ_M は Δt_c だけ大きくなる。すなわち、この場合は、 ϕ_S と ϕ_M とで逆符号の絶対値の等しい量の位相変化をするので、下位局の位相同期発振器に異常が生じた場合とは明確に区別がつく。

【0037】往路クロックパスの遅延時間と復路クロックパスの遅延時間に、符号が反対で絶対値の等しい量の位相変化が生じた時は、下位局の位相同期発振器の異常と区別がつかない。しかし、クロックパスにこのような変化（対向する伝送路間で符号が反対で絶対値の等しい量の位相変化）が生じる確率は非常に低いと考えられるので、 ϕ_S と ϕ_M とで、同じ符号の等しい量の位相変化を検出した場合は、下位局の位相同期発振器の異常とみなして差し支えない。

【0038】⑥制御部の判断、動作

表1は、上位局、下位局の位相比較部5と9で、位相変化が生じた場合、制御部でどのような判断をするかをまとめたものである。下位局の制御部10は表1のような判断機能を持っており、2つの位相比較部5と9からの位相差情報を照らし合わせ、クロック分配系のどこに異常が生じたかを判断することができる。また、制御部10は、判断したクロック分配系の異常発生箇所に対して、位相同期発振器の自走、切替など、最適な保護動作をとることができる。

【0039】

【表1】

上位局の 位相比較部	下位局の 位相比較部	制御部での判断
変化なし	Δt 変化	往路クロックパスに $-\Delta t$ の遅延変化
Δt 変化	変化なし	復路クロックパスに Δt の遅延変化
Δt 変化	Δt 変化	下位局の位相同期発振器に Δt の位相変化
Δt 変化	$-\Delta t$ 変化	往路復路ともに Δt の遅延変化

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のデジタル網同期方式によれば、上位局と下位局に設置された位相比較部で位相差を検出することにより、異常な位相変動が生じた際に、その原因箇所を特定することができるから、これに対する相応の措置を行うことができる。そ

の結果、伝送路や位相同期発振器に障害が生じた際でも位相同期精度の劣化を小さく抑えることができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図２】本発明における各信号の位相関係を説明する図である。である。

【図３】従来のマスタスレーブ同期方式の系構成の例を示す図である。

【符号の説明】

１，１０１ 上位局

２，１０２ 下位局

４，８，１０３，１０４ 伝送装置

１０５ デジタル伝送路

３，１０６ 基準発振器

１２，１８，１０７ 伝送路信号のクロック成分

１０８ 位相同期発振器内の位相比較部

１０９ フィルタ

１１０ 電圧制御発振器

７，１１１ 位相同期発振器

２０，１１２ 位相同期発振器の出力クロック

５，９ 位相比較部

１０ 制御部

４ｂ，８ｂ クロック受信部

４ａ，８ａ クロック送出部

１４ 往路伝送路

１５ 復路伝送路

１６ 情報転送伝送路

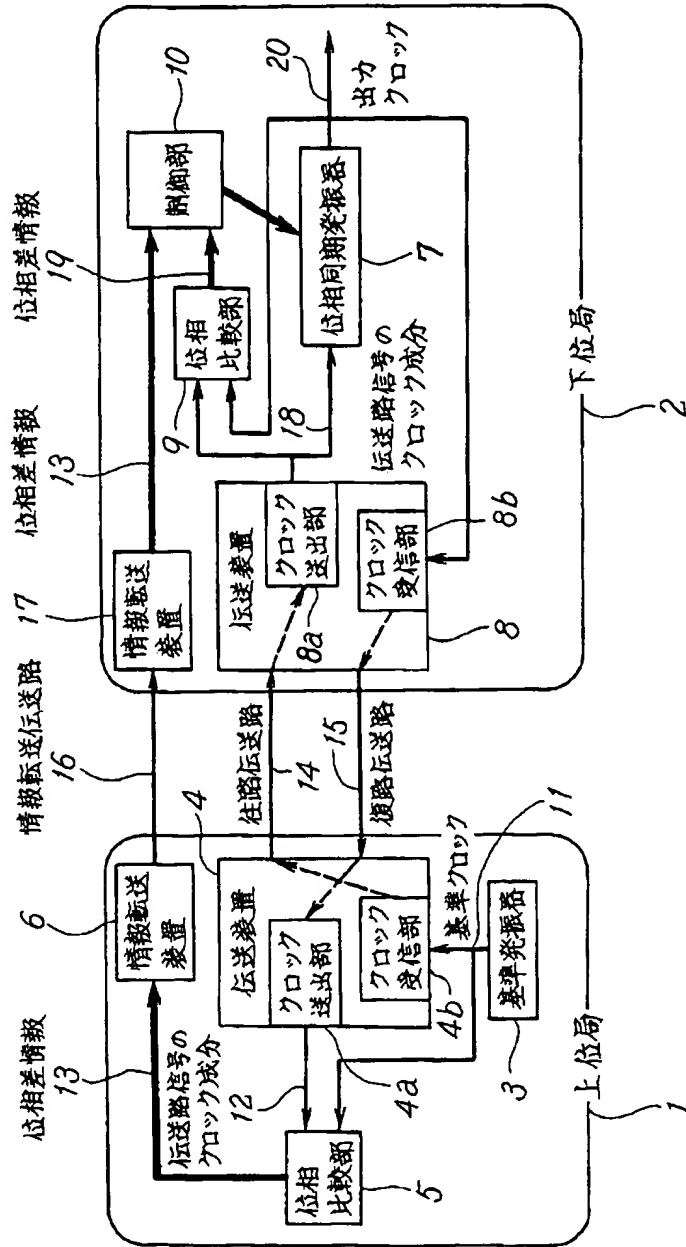
１１ 基準クロック

１３，１９ 位相差情報

６，１７ 情報転送装置

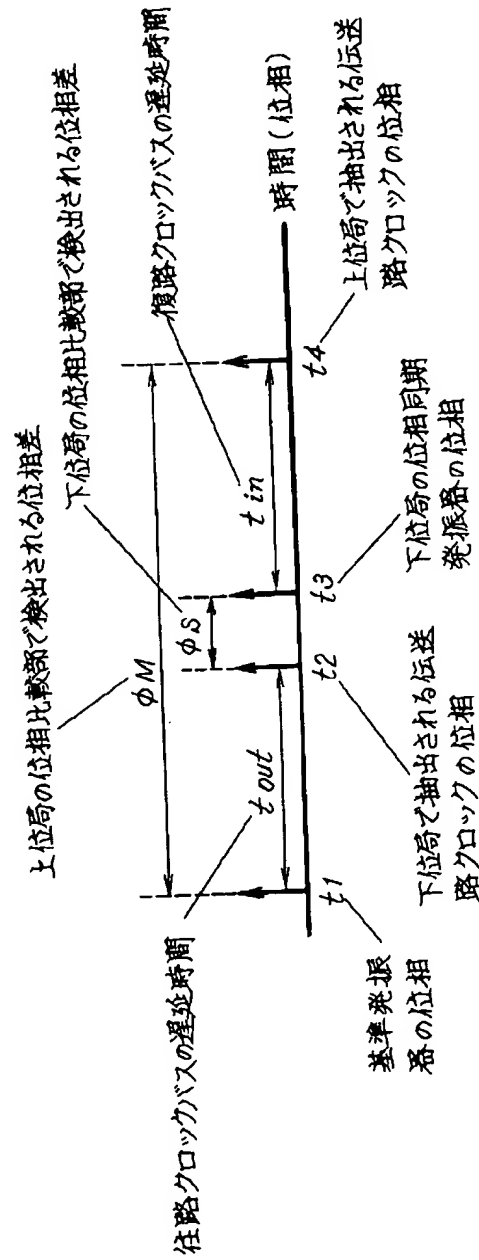
【図1】

本発明の一実施例の構成を示すブロック図



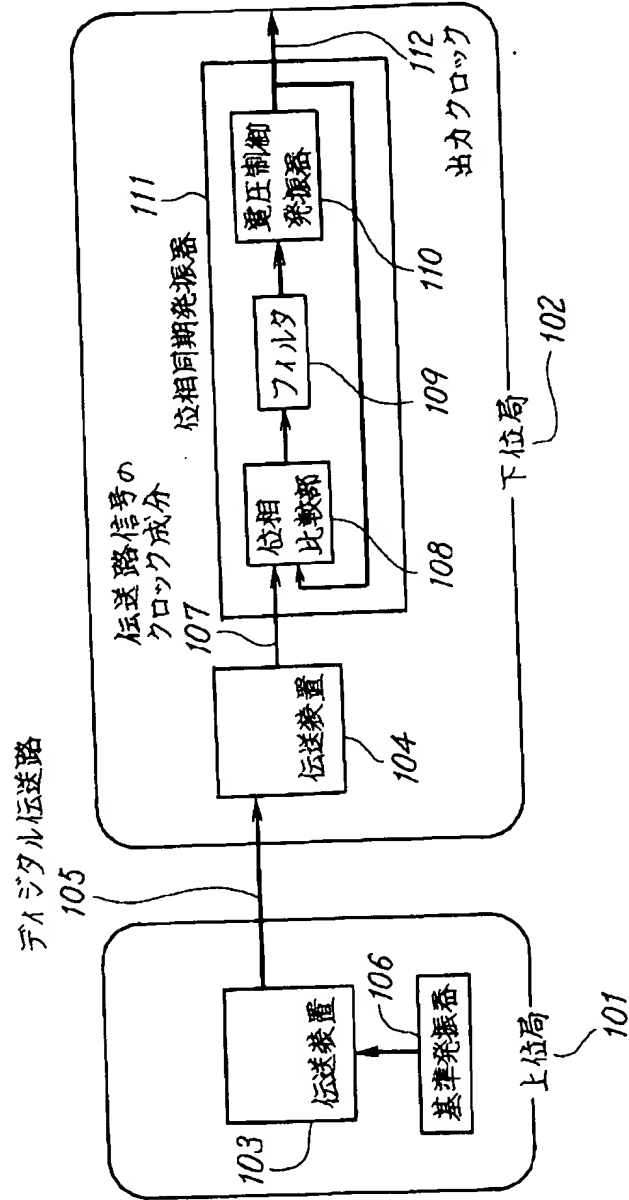
【図2】

本発明における各信号の位相関係を説明する図



【図3】

従来のマスタースレーブ同期方式の系構成の例を示す図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-327072

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl.

H04Q 11/04
H04L 7/00

(21)Application number : 05-115479

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 18.05.1993

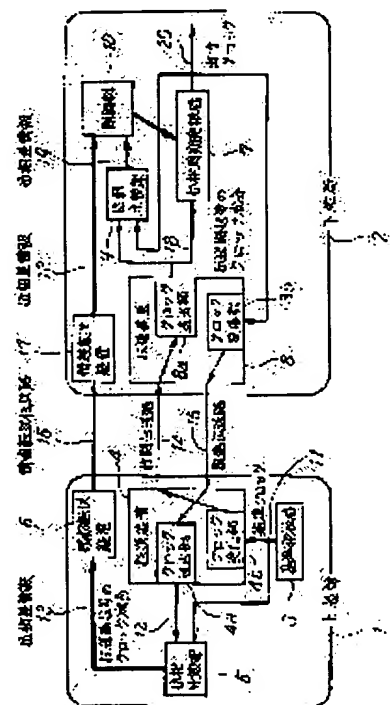
(72)Inventor : IMAOKA ATSUSHI
KIHARA MASAMI

(54) DIGITAL NETWORK SYNCHRONIZATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To take countermeasures by specifying the generation part of abnormality when abnormal phase change is generated.

CONSTITUTION: A host station 1 is provided with a reference oscillator 3 for generating reference clocks, a transmitter 4 for transmitting signals to a subordinate station 2 in synchronism with the reference oscillator 3 and receiving the signals of the subordinate station, a phase comparing part 5 for detecting a phase difference between the clock components of the signals from the subordinate station and the reference clocks and an information transfer means 6 for transferring phase difference information to the subordinate station. The subordinate station is provided with a phase synchronizing oscillator 7 synchronized with the clock components of the signals of the host station, the transmitter 8 for performing transmission in synchronism with the phase synchronizing oscillator 7 and also performing reception from the host station, the phase comparing part 9 for detecting the phase difference between the clock components of the signals from the host station and phase synchronizing oscillator output and a control part 10 for receiving the phase difference information of the host station and the phase difference information from the phase comparing part of the subordinate station.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

1

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]